

# **Verfahren zur Verbesserung eines indirekt messenden Reifendruckerkennungssystems**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

In Kraftfahrzeugen mit elektronischen Bremssystemen die eine ABS-Regelung (ABS: Anti-Blockier-System), eine Fahrdynamikregelung oder dergleichen aufweisen, werden oftmals auch Programme zur Erkennung eines Reifendruckverlusts ausgeführt, welche ausschließlich einen Reifendruckverlust daran erkennen können, dass sich als Folge des Druckverlusts Drehzahländerungen an den Rädern ergeben. Es ist außerdem bekannt, zur Erkennung der Fahrsituation Eingangssignale von Raddrehzahlsensoren entweder alleine oder gemeinsam mit weiteren Sensoren (Gierrate, Querbesehleunigung etc.) auszuwerten.

Die Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, dass bei indirekt messenden Druckverlusterkennungssystemen (DDS), wie insbesondere dem aus der DE 100 58 140 A1 bekannten Verfahren, die Häufigkeit von Fehlwarnungen steigt, wenn ein hoher Fahrzeugschwerpunkt vorliegt (z. B. Dachgepäckträger) oder ein Anhänger mit dem das Druckverlusterkennungssystem aufweisenden Fahrzeug gekoppelt ist. Diese indirekt messenden Druckverlusterkennungsverfahren lernen sogenannte Referenzwerte ein, welche im wesentlichen zum kreuzweisen Vergleich der einzelnen Räder dienen. Bei einem

- 2 -

vierrädrigen Fahrzeug hat sich beispielsweise die Betrachtung dreier unabhängiger Referenzwerte durchgesetzt. Ein erster Referenzwert beschreibt das Verhältnis zweier sich an einer Achse befindender Räder, ein zweiter Referenzwert beschreibt das Verhältnis zweier sich an derselben Fahrzeugseite befindender Räder, und ein dritter Referenzwert beschreibt das Verhältnis zweier sich diagonal gegenüberliegenden Räder.

An sich bekannte indirekt messende Reifendruckkontrollsysteme, wie beispielsweise das in DE 199 61 681 A1 beschriebene, sind zwar bereits durch Berücksichtigung von Fahrparametern, wie Gierrate etc. verbessert worden, jedoch erfolgte bisher immer eine Betrachtung von einzelnen Fahrparametern für sich. Eine kombinierte Betrachtung von Fahrparametern wird im Stand der Technik nicht beschrieben.

Daher besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren bereitzustellen, welches die bekannten indirekten Reifendruckkontrollsysteme dahingehend verbessert, dass zur Erkennung eines Reifendruckverlustes eine Kombination aus mehreren Fahrparametern berücksichtigt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

Durch das Verfahren nach der Erfindung lässt sich insgesamt die Tendenz eines Druckverlusterkennungssystems, wie z. B. DDS, eine Fehlwarnung zu erzeugen, noch weiter reduzieren.

Mit dem aufgespannten Fahrparameterraum werden bevorzugt bestimmte Kombinationen von Fahrparametern als ungültig erklärt. Besonders bevorzugt werden nur Referenzwerte, die zu

einem Zeitpunkt ermittelt wurden, zu dem die betrachteten Fahrparameter innerhalb des Parameterraumes liegen, für das Verfahren zur Erkennung eines Druckverlusts verwendet. Die nicht verwendeten Referenzwerte können verworfen oder in Abhängigkeit der betrachteten Fahrparameter korrigiert werden.

Als Fahrparameter können nicht nur die Größen Radmoment, Fahrzeuggeschwindigkeit, Querbeschleunigung und Gierrate verwendet werden, sondern auch weitere Größen wie z. B. Kenngrößen für die Geradeausfahrt bzw. Kurvenkenngrößen, insbesondere das Einlernen einer Kurvenkenngröße in einer Lernphase, welche besonders bevorzugt nur in ausgewählten Fahrsituationen stattfindet, Reifentorsion und Schlupf.

Der Fahrparameter Radmoment ist hierbei als das Radmoment eines angetriebenen Rades oder einer sich entsprechend verhaltenden Größe anzusehen, wobei das Radmoment insbesondere über eine Leistungsbilanz, die sich unter anderem aus Motor- und Getriebedaten ergibt, ermittelt wird. Gierrate und Querbeschleunigung werden bei dem vorgestellten Verfahren entweder auf an sich bekannte Weise sensorisch gemessen oder aus Raddrehzahlinformationen gebildet.

Bevorzugt werden die Fahrparameter zur Aktivierung und/oder Deaktivierung der Datenaufnahme im Druckverlusterkennungsvorgang oder zur Korrektur der ermittelten Kenngrößen herangezogen.

Im einfachsten bevorzugten Fall wird das Gebiet, das durch die Fahrparameter aufgespannt wird, je nach Dimension des Parameterraumes durch Geraden bzw. zwei- oder mehrdimensionale Flächen begrenzt, was jedoch nicht zwingend der Fall

sein muss.

Vorzugsweise werden mindestens drei Fahrparameter kombiniert betrachtet.

Unter einer stationären Fahrt wird verstanden, dass sich das Kraftfahrzeug ungestört, unter möglichst idealen Bedingungen, geradeaus bewegt. Die "gedachte Kurve" lässt sich beispielsweise dadurch ermitteln, dass die Radmoment  $M$  an den Antriebsrädern während stationärer Fahrt für alle möglichen Fahrgeschwindigkeiten  $v$  aufgezeichnet wird. Hierdurch ergibt sich eine Funktion  $M(v)$ .

Vorteilhafterweise kann mit dem Verfahren der Erfindung eine Bewertung des Einflusses von Radlast und Radmoment auf den Radschlupf durchgeführt werden. Von dem Ergebnis dieser Bewertung profitiert die Genauigkeit des indirekt messenden Druckverlusterkennungssystems (DDS).

Vorzugsweise umfasst das Verfahren zur Druckverlusterkennung eine Lernphase und eine Vergleichsphase. In der Vergleichsphase, welche sich an die Lernphase anschließt, werden aktuell ermittelte Referenzwerte mit Schwellen verglichen, die mit Hilfe von eingelernten Referenzwerten gebildet werden können.

Die Referenzwerte werden bevorzugt durch Berechnung eines Quotienten von Summen aus Raddrehzahlinformationen gebildet. Die Referenzwerte werden insbesondere gemittelt und/oder gefiltert. Ganz besonders bevorzugt werden auch einige oder alle Fahrparameter gemittelt und/oder gefiltert.

Das Einlernen der Referenzwerte erfolgt bevorzugt für mehrere Geschwindigkeitsintervalle individuell. Auch der Vergleich in der Vergleichsphase erfolgt bevorzugt individuell in verschiedenen Geschwindigkeitsintervallen.

Vorzugsweise wird zusätzlich eine Kurvenkenngröße gebildet und in der Fahrsituation „Geradeausfahrt“ eingelernt, wobei ganz besonders bevorzugt zur Erkennung dieses Fahrzustandes ein zweites Geradeausfahrterkennungsverfahren eingesetzt werden kann.

Die Raddrehzahlinformationen zum Ermitteln der Fahrparameter lassen sich in manchen Fahrzeugen (z. B. Fahrzeuge ohne ESP) nicht direkt aus sensorisch bestimmten Informationen (Gierratensensor und dergl.) gewinnen. In diesen Fahrzeugen (sogenannte "ABS-Only"-Fahrzeuge) können die Fahrparameter aus den Raddrehzahlinformationen gebildet werden. Vorzugsweise werden nicht die im Funktionsmodul für das Antiblockiersystem (ABS) errechneten Radgeschwindigkeitsinformationen verwendet, sondern die Rohdaten, welche von den Raddrehzahlsensoren unkorrigiert verwendet werden. Auf diese Weise lässt sich eine besonders hohe Genauigkeit des Reifendruckerkennungssystems erzielen.

Eine vergleichsweise nicht so genaue Erkennung einer Geradeausfahrt lässt sich über ein separates Verfahren (zweites Geradeausfahrterkennungsverfahren) durchführen. Vorzugsweise werden bei Erkennung einer Kurvenfahrt durch das zweite Geradeausfahrterkennungsverfahren bereits eingelernte Werte des ersten Geradeausfahrterkennungsverfahrens verworfen. Dieses zweite Verfahren erkennt insbesondere auch, wenn die Annahme „Geradeausfahrt“ zum Lernen der invertierenden Kurvenradien falsch war. Das Lernen wird dann verworfen. Aus

einer geschätzten Gierrate und Querb beschleunigung können Kriterien zum Aktivieren/Deaktivieren des indirekt messenden Druckverlusterkennungsverfahrens (DDS) abgeleitet werden.

Weitere Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus der nachfolgenden Beschreibung der einzigen Figur hervor.

In Fig. 1a ist das Radmoment  $M$  gegen die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$  aufgetragen. Kurve 1 beschreibt hierbei eine Funktion  $M(v)$  des Radmomentes über der Fahrzeuggeschwindigkeit eines Fahrzeugs. Um diese Kurve 1 ist ein Band 2 gelegt, welches einen geschlossenen Fahrparameterraum in der durch das Radmoment und der Fahrzeuggeschwindigkeit aufgespannten Ebene bildet. Die Kurve 1 wird bei stationärer Fahrt aufgenommen. Bei einem Betrieb des Fahrzeugs mit einem Anhänger ergibt sich im Verlauf des Bandes 2 eine Unstetigkeit 3. Zur besseren Veranschaulichung ist der für den Anhängerbetrieb maßgebende Verlauf des Bandes 2 mit der Unstetigkeit 3 gestrichelt und zum Band 2 versetzt dargestellt. Bei einem bestimmten Wert  $V_S$  der Fahrzeuggeschwindigkeit werden die Fahrparameterbereiche (dargestellt durch die Werte  $T_1$  und  $T_2$ ) des Radmomentes  $M$  gegen einen weiteren Fahrparameter, wie z. B. der Querb beschleunigung  $Q$  (dargestellt in Fig. 1b) oder der Gierrate  $\dot{\Psi}$  (dargestellt in Fig. 1c) aufgetragen, wodurch sich vollständig geschlossene Fahrparameterräume ergeben. Nur die Referenzwerte die innerhalb dieser Fahrparameterräume liegen, werden als gültige Referenzwerte zugelassen.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Verbesserung eines indirekt messenden Reifendruckerkennungssystems, wie insbesondere ein Druckverlusterkennungungsverfahren auf Basis der Raddrehzahlinformationen (DDS), bei dem die Ermittlung von Referenzwerten von Fahrparametern abhängig gemacht wird, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein zwei oder mehrdimensionaler vollständig geschlossener Fahrparameterraum erzeugt wird, innerhalb dem aktuell ermittelte Referenzwerte als gültig zugelassen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Fahrparameter eine Auswahl von zwei oder mehreren Fahrparameter aus der Gruppe
  - Querb beschleunigung,
  - Kenngröße für die Geradeausfahrt,
  - Fahrzeuggierrate,
  - Fahrzeugquerbeschleunigung,
  - Radmoment,
  - Reifentorsion,
  - Schlupf und
  - Fahrzeuggeschwindigkeit, insbesondere  $v_{ref}$sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Fahrparameter zur Aktivierung und/oder Deaktivierung der Datenaufnahme im Druckverlusterkennungungsverfahren oder zur Korrektur der ermittelten Kenngrößen herangezogen werden.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch **gekennzeichnet**, dass der Fahrparameter Radmoment das Radmoment eines angetriebenen Rades ist oder eine sich entsprechend verhaltende Größe ist, wobei das Radmoment insbesondere über eine Leistungsbilanz ermittelt wird, die sich unter anderem aus Motor- und Getriebedaten ergibt.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass Querbeschleunigung und Gierrate entweder sensorisch gemessen oder aus Raddrehzahlinformationen gebildet sind.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass um eine gedachte Kurve (1) der Funktion eines ersten Fahrparameters, welcher insbesondere das Radmoment ist, in Abhängigkeit eines zweiten Fahrparameters, welcher insbesondere die Fahrzeuggeschwindigkeit ist, ein Band (2) gelegt wird, welches den geschlossenen Fahrparameterraum in der durch den ersten Fahrparameter und dem zweiten Fahrparameter aufgespannten Ebene bildet, wobei die gedachte Kurve bei stationärer Fahrt aufgenommen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass der erste Fahrparameterbereich ( $T_1$ ,  $T_2$ ) bei einem bestimmten Wert des zweiten Fahrparameters ( $V_S$ ) gemeinsam mit einem dritten Fahrparameter, wie insbesondere der Querbeschleunigung und/oder der Gierrate, eine Ebene aufspannt, deren Fläche von dem zweiten Fahrparameter und dem dritten Fahrparameter abhängt.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch **gekennzeich-**



- 9 -

**net**, dass das Band eine Unstetigkeit (3) aufweist, welche den Fahrparameterbereich innerhalb des durch das Band bestimmten Bereichs innerhalb eines Bereichs des zweiten Fahrparameters aufweitet oder einengt.

## Zusammenfassung

### **Verfahren zur Verbesserung eines indirekt messenden Reifen-druckerkennungssystems**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbesserung eines indirekt messenden Reifendruckerkennungssystems, wie insbesondere ein Druckverlusterkennungungsverfahren auf Basis der Raddrehzahlinformationen (DDS), bei dem die Ermittlung von Referenzwerten von Fahrparametern abhängig gemacht wird, wobei ein zwei oder mehrdimensionaler vollständig geschlossener Fahrparametererraum erzeugt wird, innerhalb dem aktuell ermittelte Referenzwerte als gültig zugelassen werden.

(Fig. 1c)